

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-250120

(43)公開日 平成7年(1995)9月26日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 27/38				
H 0 4 J 3/06	A	8226-5K		
H 0 4 L 7/00	F	9297-5K	H 0 4 L 27/ 00	G

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-62178

(22)出願日 平成6年(1994)3月8日

(71)出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 鎌田 容好

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

(72)発明者 手嶋 功

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

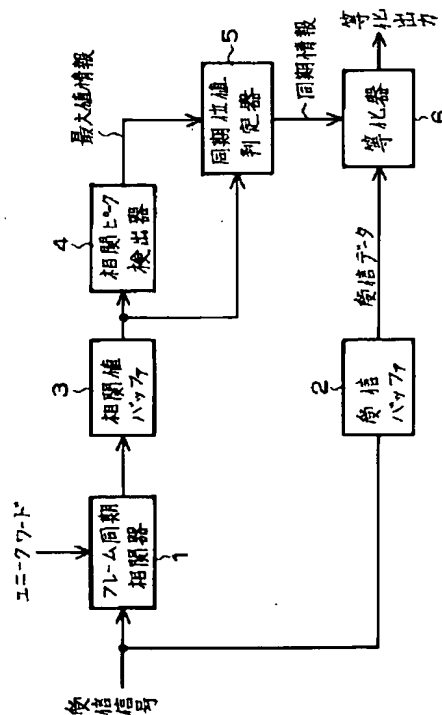
(74)代理人 弁理士 大塚 学

(54)【発明の名称】 等化器用フレーム同期回路

(57)【要約】

【目的】広帯域伝送における周波数選択性フェージングを受けた受信信号の等化处理前のフレーム同期をとる際の誤同期の発生を回避する。

【構成】受信信号を受信バッファ2に記憶させるとともに、フレーム同期相関器1で算出した相互相関値の絶対値を相関値バッファ3に一時格納する。相関ピーク検出器4で予め設定したしきい値aによって、相関値バッファ3に格納された相関値の最大値とその位置を検出し最大値情報として同期位置判定器5に入力する。同期位置判定器5は、最大値の前後数シンボルの区間の相関値を検索し、最大値に所定の割合を乗算したしきい値bより大きく、2番目の大きさの相関値で、最大値の位置より前にある相関値を検出したときその2番目の相関値の位置を同期位置とし、検出しないときは最大値の位置を同期位置として等化器6に与えるように構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレームにユニークワードが付加されたデジタル受信信号を等化器によって等化処理を行わせるために、

該受信信号を格納する受信バッファと、

前記受信信号と既知のユニークワードとの相互相関を算出しその絶対値を相互相関値として出力するフレーム同期相関器と、

該相互相関値を一時記憶させる相関値バッファと、

該相関値バッファから取り出した相互相関値を順次第1のしきい値と比較し、該第1のしきい値を超える相関ピーク値を検出したとき該相関ピーク値の最大値とその位置を最大値情報として出力する相関ピーク検出器と、
前記最大値情報が入力され、前記最大値の位置より数シンボル前から数シンボル後までの所定の区間の範囲で、前記相関値バッファから取り出した相互相関値のうち2番目に大きな相関ピーク値とその位置を検出し、該2番目の相関ピーク値が、前記最大値に予め設定された所定の割合を積算した第2のしきい値を超えかつ前記最大値の位置より前にあるとき当該2番目の相関ピーク値の位置を同期位置として出力し、該2番目の相関ピーク値が、前記第2のしきい値を超えかつ前記最大値の位置より後にあるとき、及び前記第2のしきい値より小さいとき前記最大値の位置を同期位置として前記等化器に与える同期位置判定器とを備え、

前記等化器は、前記同期位置判定器から与えられた同期位置をフレーム同期位置として前記受信バッファから受信データを順次読み出して等化処理するように構成されたことを特徴とする等化器用フレーム同期回路。

【請求項2】 前記第2のしきい値を算出する前記所定の割合(%)は、 $0 < \{ (\text{第2のしきい値}) / (\text{前記最大値}) \} \times 100 (\%) < (\text{前記第1のしきい値})$ なる条件を満足するように設定したことを特徴とする請求項1記載の等化器用フレーム同期回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、時分割多元接続(TDMA)移動通信における受信装置に用いられるフレーム同期回路に関し、特に、等化器用フレーム同期回路の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 TDMA方式などの広帯域移動通信回線では、先行波(直接波)と遅延波(反射、回折波)の干渉による周波数選択性フェージングが発生することはよく知られている。これを克服する技術の一つに等化器がある。TDMA方式ではバースト状の送受信が行われる。そのため、送信信号には、回線の応答特性の抽出のためのトレーニングパターン(トレーニング信号)やフレーム同期のための同期パターン(フレーム同期信号)としてユニークワード(又はプリアンブル信号)が予め

付加されている。等化器が受信信号の等化処理を行って良好な補償をするためには同期タイミングが重要である。フレーム同期方式として、従来は既知のユニークワードと受信信号のシンボル毎の相互相関を計算してその絶対値を順次検出し、その相関値が予め設定したしきい値を越えた最大値の点を先行波の到来時点(以下、同期位置という)と見なしてフレームの先頭を検出する方式がある。

【0003】 図面により、従来の方式を詳細に説明す

る。図6は従来の等化器用フレーム同期回路のブロック図である。図中、1はフレーム同期相関器であり、ユニークワードと受信信号の相互相関を計算してその絶対値を順次出力する。2は受信信号を一時記憶する受信バッファである。4は相関ピーク検出器であり、フレーム同期相関器1から出力される相互相関値のうちの相関ピークの最大値が予め設定したしきい値を越えたとき検出パルスを出力する。相関ピーク値とは、隣り合う3点の相関値を比較し、その中央の値が前後の値より大きいとき、その中央の点の相関値をいう。6は等化器であり、相関ピーク検出器4から入力される検出パルス(同期情報)を同期位置として、受信バッファ2から受信データを読み出して等化処理を行う。

【0004】 上記の相関ピーク検出器4は、例えば相関判定器とデジタル位相同期ループ(DPLL: Digital Phase Locked Loop)とによって構成され、相関判定器に予めしきい値を設定しておき、入力相関値と比較し、しきい値を超える最大値を検出したとき検出パルスを出力させ、DPLLでその検出パルス位置に位相同期した位相同期パルスを同期情報として出力させる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来の構成では、受信信号が移動通信回線に頻繁に起こるマルチパスフェージングを受けた状態では次のような誤同期が発生する欠点がある。図7は、フレーム同期相関器1で求めた相関値例えば複素相関値(絶対値)の例を模式的に示した図である。相関値(●印)を直線で結んで示してある。図7において、P₁は先行波(直接波)の相関ピーク値であって正しい同期位置に対応しており、P₂はマルチパスフェージングによる遅延波の相関ピーク値である。この場合、しきい値を超えた遅延波の相関ピーク値P₂が相関ピーク検出器4で最大値として検出され、その時点で同期パルスが出力され、同期情報として等化器6に与えられる。しかし、この位相同期パルスは遅延波P₂に対応するものであるため、等化器6は受信バッファ2からその誤った同期位置から読み出した受信データを等化処理することになる。この場合フレーム先頭が遅延波が到達した時点となることから先行波の情報が欠落し等化不能となるという問題がある。

【0006】 図8は1フレーム分の16QAM(16 Quadrature Amplitude Modulation: 16値直交振幅変

調)による変調信号が周波数選択性フェージングを受けて受信された時の、等化処理前の受信信号、すなわち図 6 の回路の受信信号のスペースダイアグラムの一例である。図 9 は図 8 の受信信号を上述のように誤判定した遅延波の同期位置を先頭にして等化処理を行ったときの、1 フレーム分の等化出力を示すスペースダイアグラムである。すなわち、図 8 の受信信号とユニークワードとの相関値が図 7 のように検出された場合、伝送路におけるマルチパスフェージングの影響を受けた受信信号の先行波 P_1 の相関ピーク値が設定したしきい値より低いため、しきい値を超えて相関ピーク値が最大値となる遅延波 P_2 の位置を同期位置と誤判定し、その位置から等化処理が行われるため、図 9 のように等化出力は 16 点に収束せず発散してしまう。即ち、このフレームは等化不能に陥るので、等化出力の特性劣化の大きな原因になる。

【0007】上記のように、従来のフレーム同期方式では、先行波(直接波)レベルが遅延波レベルより大きい最小位相条件の場合は先行波を同期位置とする正しい同期により正常な等化処理が行われるが、遅延波の方が先行波より大きい非最小位相条件の場合は遅延波に同期するため正常な等化処理が行われないという欠点がある。

【0008】本発明の目的は、上記のようなマルチパスフェージング下における遅延波が最大値となる非最小位相条件の状況においても、先行波の同期位置を正確に検出することのできる等化器用フレーム同期回路を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、まず初めに従来の方式と同様に最大値を示す相関点を同期位置と仮判定した後、その仮同期位置の前後の所定の区間内における他の複数の同期位置候補となる相関ピーク値を検索し、遅延波より前に位置して、2 番目の相関ピーク値を有する先行波の相関ピーク値を抽出することにより、正確な同期位置を判定できるように構成したことを要旨とするものである。

【0010】請求項 1 に記載の本発明のフレーム同期回路は、フレームにユニークワードが付加されたデジタル受信信号を等化器によって等化処理を行わせるために、該受信信号を格納する受信バッファと、前記受信信号と既知のユニークワードとの相互相関を算出しその絶対値を相互相関値として出力するフレーム同期相関器と、該相互相関値を一時記憶させる相関値バッファと、該相関値バッファから取り出した相互相関値を順次第 1 のしきい値と比較し、該第 1 のしきい値を超える相関ピーク値を検出したとき該相関ピーク値の最大値とその位置を最大値情報として出力する相関ピーク検出器と、前記最大値情報が入力され、前記最大値の位置より数シンボル前から数シンボル後までの所定の区間の範囲で、前記相関値バッファから取り出した相互相関値のうち 2 番

目に大きな相関ピーク値とその位置を検出し、該 2 番目の相関ピーク値が、前記最大値に予め設定された所定の割合を積算した第 2 のしきい値を超えかつ前記最大値の位置より前にあるとき当該 2 番目の相関ピーク値の位置を同期位置として出力し、該 2 番目の相関ピーク値が、前記第 2 のしきい値を超えかつ前記最大値の位置より後にあるとき、及び前記第 2 のしきい値より小さいとき前記最大値の位置を同期位置として前記等化器に与える同期位置判定器とを備え、前記等化器は、前記同期位置判定器から与えられた同期位置をフレーム同期位置として前記受信バッファから受信データを順次読み出して等化処理するように構成されたことを特徴とするものである。

【0011】請求項 2 に記載の本発明のフレーム同期回路は、前記第 2 のしきい値を算出する前記所定の割合(%)は、 $0 < \{ (\text{第 2 のしきい値}) / (\text{前記最大値}) \} \times 100 (\%) < (\text{前記第 1 のしきい値})$ なる条件を満足するように設定したことを特徴とするものである。

【0012】

【実施例】図面により本発明を詳細に説明する。図 1 は本発明の実施例を示すブロック図である。図中、1 はフレーム同期相関器、2 は受信バッファ、4 は相関ピーク検出器、6 は等化器であり、図 6 の従来回路のそれぞれと同じである。3 は相関値バッファであり、フレーム同期相関器 1 で得られた相関値(絶対値)を一時記憶するバッファである。5 は同期位置判定器であり、相関バッファ 3 に記憶された相関値のうち、相関ピーク検出器 4 から得た最大値情報の前後の所定の区間内の他の相関ピーク値を検索し、正確な同期位置の再判定を行い、同期情報として等化器 6 に与える。6 は等化器であり、同期位置判定器 5 で判定された正確な同期位置のアドレスを先頭として、受信バッファ 2 から受信データを順次読み出して等化処理を行う。

【0013】

【作用】図 1 に示した本発明の実施例の作用を、図 2 のフローチャートと、図 3 を用いて以下に説明する。図 2 は本発明の要部の処理フローチャートであり、～ はステップ番号を示す。図 3 は、図 7 と同様に、フレーム同期相関器 1 で得られた複素相関値(●点)を結んだ特性例を示している。しきい値 a は従来同様に相関ピーク検出器 4 に設定されて最大相関ピーク値 P_2 を抽出するためのしきい値である。しきい値 b は本発明で設けた他の相関ピーク値、例えば P_1 を抽出するためのしきい値であり、変調方式やシステムの仕様によって最大相関ピーク値に対する比率が決められる。その範囲は、 $0 < (b / \text{最大相関ピーク値}) \times 100 (\%) < a$ である。例えば、相関ピーク検出器 4 で検出された最大相関ピーク値 P_2 の 10% の値に設定したときは、受信レベルが変動して最大相関値が変動してもその変化に追従してし

きい値 b は最大値の 10% に保たれる。受信信号は受信バッファ 2 に一時格納されるとともに、フレーム同期相関器 1 でユニークワード（プリアンブル信号）との相互相関が算出されその絶対値が出力され、相関値バッファ 3 に格納される。相関ピーク検出器 4 は、相関値バッファ 3 から相関値を読み出し予め定められたしきい値 a を超えた最大相関ピーク値 P_2 を検出し、その最大値と、最大値の位置を示す最大値情報を出力する。

【0014】同期位置判定器 5 は、相関ピーク検出器 4 から最大相関ピーク値（最大値）と最大値の位置が与えられると、相関値バッファ 3 から所定の区間の相関値を取り込み、最大相関ピーク値 P_2 の位置より前に 2 番目の大きさの相関ピーク値があるか否かを検索し、ないときは最大値の位置を同期位置とする同期情報を出力し、あるときは検出した 2 番目の相関ピーク値 P_1 の位置を同期位置とする同期情報を出力する。上記所定の区間とは、最大相関ピーク値 P_2 の位置を基準とし、等化器 6 の等化処理遅延量を考慮した時間だけ前（図 3 の F）から後（図 3 の B）までの区間であり、最大値の位置より数シンボル（5～10 シンボル）前から数シンボル後までの範囲、図 3 では 8 シンボル前から 8 シンボル後までの範囲をいう。

【0015】この同期位置判定器 5 の処理を図 2 によって説明する。ステップ 1 では、最大値の位置を基準とする所定の区間にわたって相関値バッファ 3 の相関値を検索し、2 番目の相関ピーク値とその位置を検出する。ステップ 2 では、前述のように最大値に対する所定の割合のしきい値 b を算出する。例えば、所定の割合を 10% とすると、最大値 $/ 10 =$ しきい値 b である。ステップ 3 では所定の区間内で検出した 2 番目の相関ピーク値としきい値 b を比較し、2 番目の相関ピーク値が小さいときはそれを無視し、ステップ 4 に進んで最大値の位置を同期位置とする。2 番目のピーク相関値が大きいときは、ステップ 5 に進み、最小位相系（最小位相条件）か非最小位相系（非最小位相条件）のいずれであるかを判定する。即ち、2 番目の大きさの相関ピーク値の位置が最大相関ピーク値 P_2 の位置より前にあるか後にあるかを判定する。2 番目の相関ピーク値の位置が前にあるときは、ステップ 6 に進み 2 番目の相関ピーク値の位置を同期位置とする同期情報を出力する。2 番目の相関ピーク値の位置が後にあるときは最大値の位置が正しい同期位置であるのでステップ 7 に進む。等化器 6 は与えられた同期情報によって受信バッファ 2 から受信データを取り込み等化処理を行う

【0016】以上のように、遅延波の相関ピーク値 P_2 が最大値を示し、先行波の相関ピーク値 P_1 が、従来のしきい値 a より低い場合でも、しきい値 b によって本来の同期位置、即ち先行波の相関ピーク値 P_1 の位置を正確に捉むことができるため、同期位置の誤判定のために生ずるが等化処理に及ぼす悪影響を回避することができ

る。本発明を実施することにより、従来の問題点が改善された場合の具体例を図 4、図 5 を参照して以下に述べる。ここでフェージングのモデルは先行波と遅延波が互いに 5 シンボル離れた 2 波モデルとし、両者の平均電力は同一で互いに独立なレイリーフェージングとしている。上述のように、本発明では、最大相関ピーク値の他に他の相関ピーク値を検索し、最大値から設定した割合で算出したしきい値 b を超え、かつ、最大相関ピーク値 P_2 より前に位置する相関ピーク値 P_1 の位置を同期位置と判定するので、正確に真の同期位置を抽出して等化器 6 に与えることができる。従って、等化器 6 は、 P_1 点を先頭にして受信バッファ 2 から受信データを取り入れて等化処理を行うので、等化出力は図 4 のように、16 QAM のスペースダイアグラム上の 16 点に収束する。このように従来は等化不能であった事例のフレームにおいて、本発明を用いることにより等化可能になるので、従来と比較し、ビット誤り率特性が著しく改善される。図 5 は遅延量に対するビット誤り率（BER）の動特性例を示す。図 5 の横軸は遅延量（シンボル）、縦軸は BER を示す。図 5 中の○は $E_b / N_0 = 10 \text{ dB}$ 、●は 20 dB 、□は 30 dB 、△は 40 dB の場合の特性を示す。図示したように、従来（A）の BER が本発明（B）のように改善された。

【0017】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、従来技術では伝送路におけるノイズやマルチパスフェージングなどの影響によってフレーム同期が誤同期し、結果として遅延波に同期した等化処理が行われて、受信データの欠落と著しい誤り率の劣化が生ずる場合でも、本発明を実施することにより、相関ピーク検出器から出力される相関ピーク値を再度判定して等化器に与えることにより、本来の同期位置を正しく探し当てて検出するため、同期位置を誤ることがなく、受信データの欠落と等化処理の劣化を改善する上で極めて大きな効果がある。また、従来の構成に比べ追加される機能は、相関バッファ 3 及び同期位置判定器 5 の二つのみであり、ハードウェア上の負担は極めて少ない等の利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例を示すブロック図である。

【図 2】本発明の要部の処理フローチャートである。

【図 3】本発明の作用説明図である。

【図 4】本発明を適用した等化処理後のスペースダイアグラムである。

【図 5】本発明の効果を示すビット誤り率特性例図である。

【図 6】従来の構成例図である。

【図 7】従来の相関値の模式図である。

【図 8】受信信号のスペースダイアグラムである。

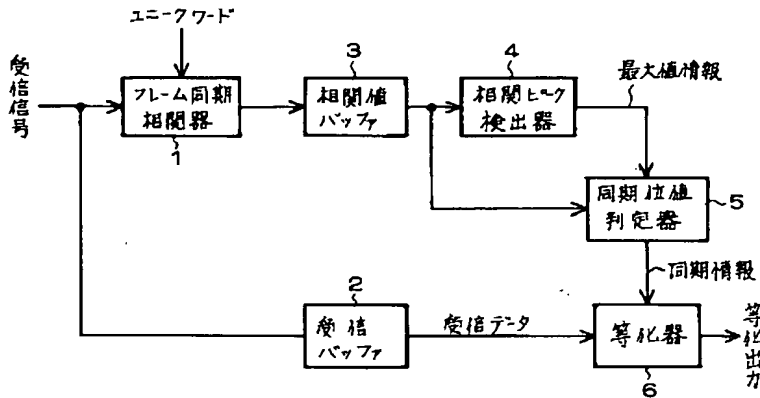
【図 9】従来方式のフレーム同期による等化処理後のスペースダイアグラムである。

【符号の説明】

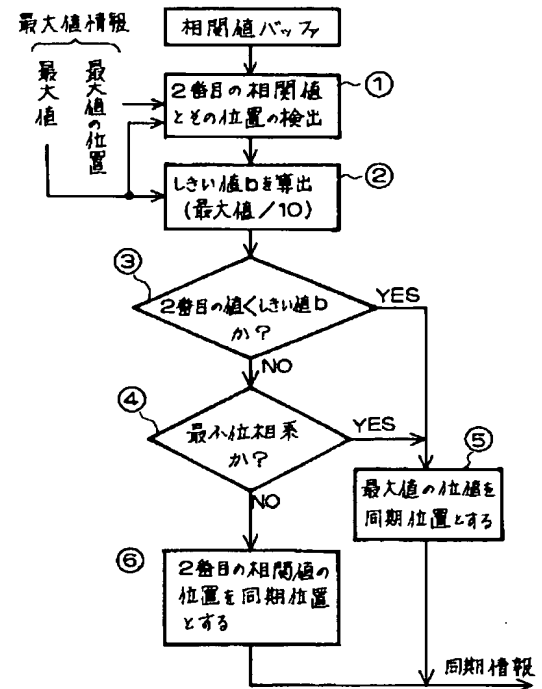
- 1 フレーム同期相関器
2 受信バッファ
3 相関値バッファ
4 相関ピーク検出器

- 5 同期位置判定器
6 等化器

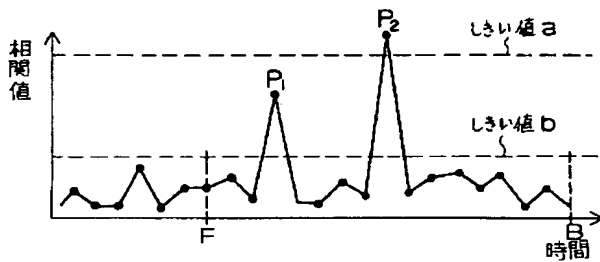
【図1】



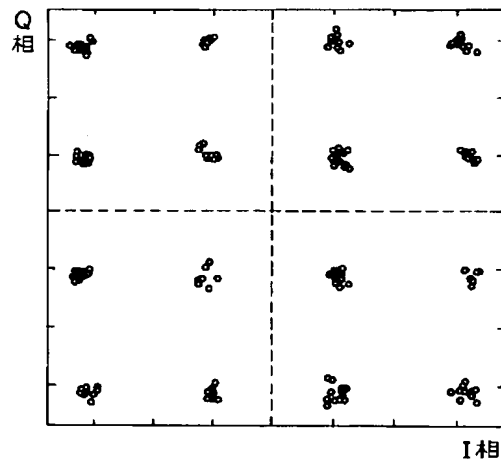
【図2】



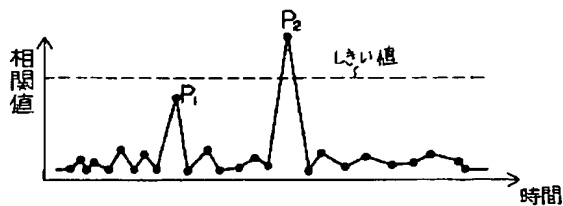
【図3】



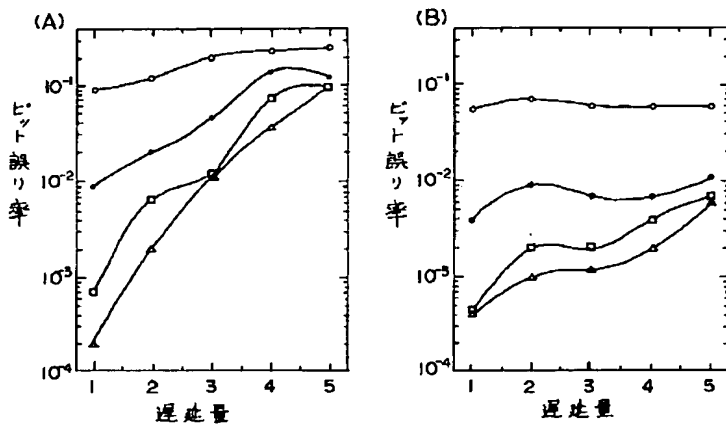
【図4】



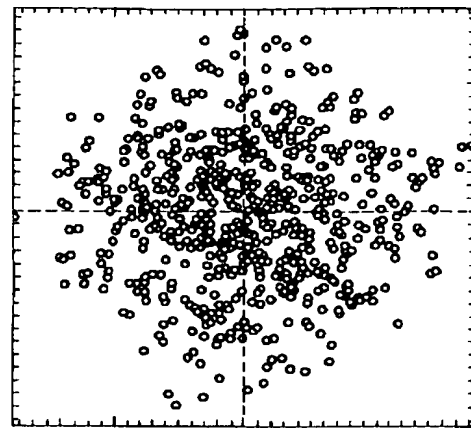
【図7】



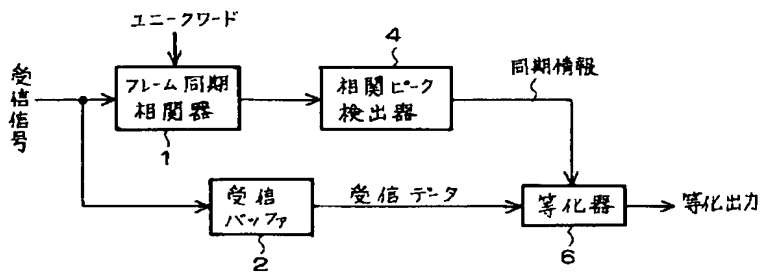
【図5】



【図8】



【図6】



【図9】

